

# MEASUREMENT OF PHYSICAL FATIGUE DEGREE AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF LACTIC ACID IN URINE

Patent number: JP5003798  
Publication date: 1993-01-14  
Inventor: IMAI SHIGEO; MIZUNO HARUYUKI  
Applicant: INAX CORP  
Classification:  
- International: C12Q1/26; G01N27/416; G01N33/493; G01N33/50;  
C12Q1/26; G01N27/416; G01N33/487; G01N33/50;  
(IPC1-7): C12Q1/26; G01N27/416; G01N33/493;  
G01N33/50  
- european:  
Application number: JP19910183219 19910627  
Priority number(s): JP19910183219 19910627

Report a data error here

## Abstract of JP5003798

**PURPOSE:** To readily and sensitively measure the degree of physical fatigue and to enable ready measurement even in a home toilet, etc., by quantitatively analyzing lactic acid in urine.  
**CONSTITUTION:** For example, lactate oxidase is acted on lactic acid in urine in the presence of oxygen and the amount of consumed O<sub>2</sub> is quantitatively analyzed by using a computer through an oxygen electrode placed in the urine liquid, thus measuring the objective degree of fatigue. In addition, a small-sized detector used in this method can be incorporated directly into a toilet stool in a home toilet to enable measurement even at home.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

pyruvic acid and reduction of pH have been shown, and reduction of pH has been reported in the case of saliva, and increase of excretion acceleration of protein and Donaggio reaction-positive substance in the case of urine. There is a method in which lactic acid concentration in blood is measured or the like as a fatigue judging method  
5 which measures these changes (e.g., JP-A-05-003798), but this is limited to muscle fatigue so that it is difficult to judge fatigue at individual level synthetically by this method alone.

Also, conventionally, in order to evaluate physiological activities at the cell or tissue level, quantitative analysis of them using an adenine nucleotide as the index  
10 has been carried out. Although there are reports on the relationship between these indexes and fatigue, partial muscle fatigue is judged by quantitatively analyzing adenine nucleotides in muscle tissues in these reports, and the relationship is not used as an index for judging fatigue at the individual level (e.g., K. Sahlin, "Plasma hypoxanthine and ammonia in humans during prolonged exercise", *Eur. J. Appl. Physiol.*, 1999, Vol.  
15 80, pp. 417-422).

Also, there is a case in which a load was added to muscles of patients of chronic fatigue syndrome and healthy persons, and a difference was found between partial muscle tissues in terms of a change at the ATP level (e.g., Roger Wong, "Skeletal muscle metabolism in the chronic fatigue syndrome. *In vivo* assessment by <sup>31</sup>P  
20 nuclear magnetic resonance spectroscopy.", *Chest*, December, 1992, Vol. 102, No. 6, pp. 1716-1722), but it is dangerous to judge a fatigued state at the individual level based on a partial loading. Although it may be useful as an index of the chronic fatigue syndrome, it is difficult to judge fatigue at the individual level synthetically.

Also, as a method of measuring ATP, ADP and AMP in muscles, there is a  
25 method which uses a collected muscle tissue as the measuring subject, but it is difficult

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-3798

(43) 公開日 平成5年(1993)1月14日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 1 2 Q 1/26		6807-4B		
G 0 1 N 27/416				
33/493	A	7055-2 J		
33/50	T	7055-2 J		
		6923-2 J		
			G 0 1 N 27/46	3 3 6 H
			審査請求 未請求 請求項の数5(全 6 頁)	

(21) 出願番号 特願平3-183219

(22) 出願日 平成3年(1991)6月27日

(71) 出願人 000000479

株式会社イナツクス

愛知県常滑市鯉江本町5丁目1番地

(72) 発明者 今井 茂雄

愛知県常滑市鯉江本町5丁目1番地 株式  
会社イナツクス内

(72) 発明者 水野 治幸

愛知県常滑市鯉江本町5丁目1番地 株式  
会社イナツクス内

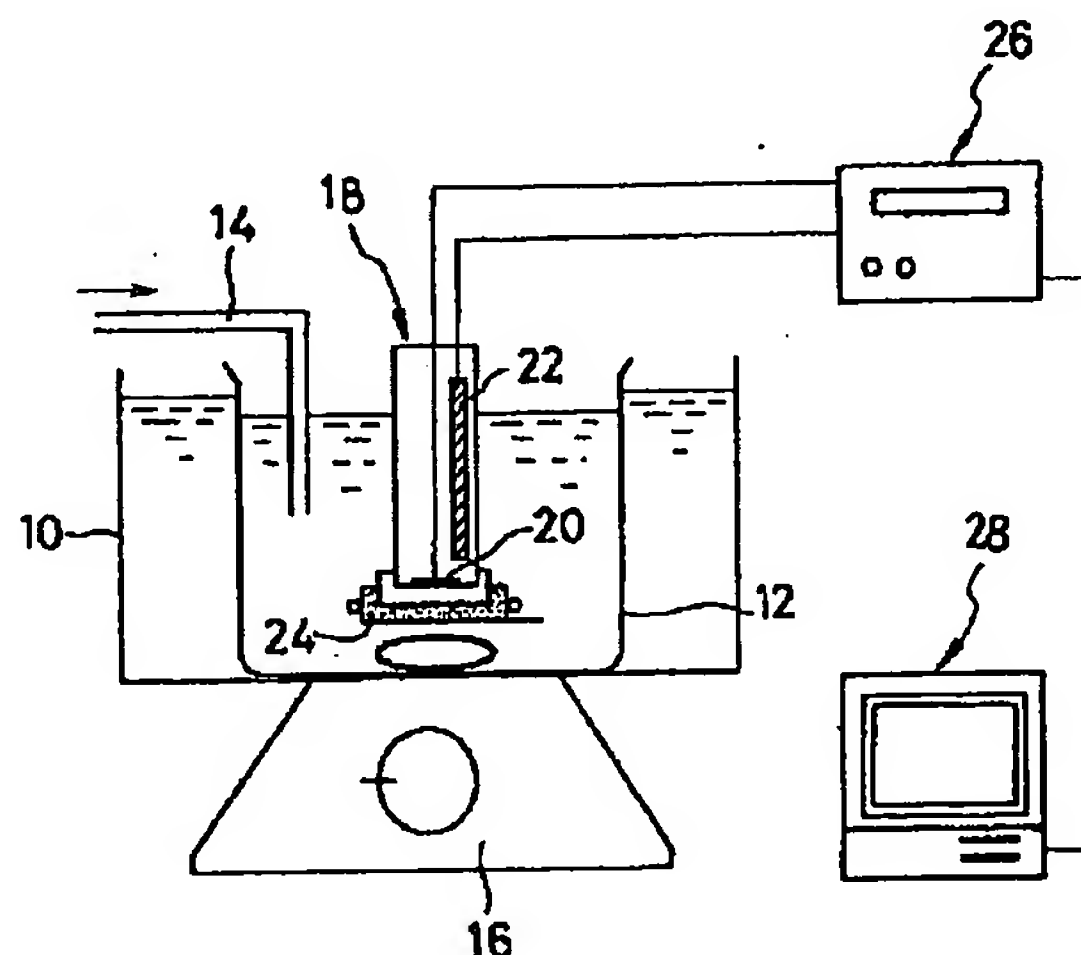
(74) 代理人 弁理士 吉田 和夫

(54) 【発明の名称】 肉体疲労度の測定方法及び尿中乳酸の定量分析方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 尿中の成分測定によって肉体の疲労度を求める。また尿中乳酸を簡単且つ高感度で測定でき、家庭のトイレ等においても実施が容易な尿中乳酸の定量分析方法を提供する。

【構成】 尿中の乳酸に酸素の存在下で乳酸オキシダーゼを作用させてピルビン酸と過酸化水素とを発生させるとともに、反応に際して消費される酸素の量又は発生する過酸化水素の量を酸素電極18または過酸化水素電極等にて検出し、尿中乳酸の量を定量分析する。これにより肉体疲労度を知ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 尿中乳酸の定量分析を行なうことによつて肉体疲労度を測ることを特徴とする肉体疲労度の測定方法。

【請求項2】 採取した尿に酸素の存在下で乳酸オキシダーゼを作用させて尿中の乳酸を反応せしめ、反応の程度を測定することによつて尿中乳酸の定量分析を行なうことを特徴とする尿中乳酸の定量分析方法。

【請求項3】 前記反応による酸素の消費量を測定することによつて、又は生成する過酸化水素の量を測定することによつて尿中の乳酸を定量分析することを特徴とする請求項2に記載の尿中乳酸の定量分析方法。

【請求項4】 請求項3の尿中乳酸の定量分析方法において、液中に酸素電極を浸漬し、消費される酸素量を該酸素電極によつて検出することを特徴とする尿中乳酸の定量分析方法。

【請求項5】 請求項3の尿中乳酸の定量分析方法において、液中に過酸化水素電極を浸漬し、発生する過酸化水素を該過酸化水素電極にて検出することを特徴とする尿中乳酸の定量分析方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は肉体疲労度の測定方法及び尿中乳酸の定量分析方法に関する。

## 【発明の背景】

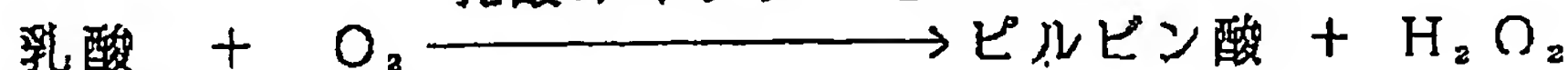
尿中の成分の量を知ることは、生体の状態に関する情報を得る方法として有用な方法である。そこで従来より病院等において尿中成分を検査することが一般的に行われている。

【0002】 ところで尿の検査項目には乳酸の検査は含まれていない。従来、筋肉組織において酸素の不足下にビルビン酸から乳酸が生合成される代謝系が知られており、生体中に生成した乳酸が尿中にも現れることは想像できるが、尿中に乳酸が含有されているからといって必ずしも病的なものとは考えられず、このことが尿検査項目中に乳酸の定量分析が含まれていないことの理由の一つと考えられる。

【0003】 乳酸の検査としてはむしろ血液を対象とするのが普通であり、従つて血液中の乳酸の測定については従来より臨床的に行われている。

【0004】 ここにおいて本発明は乳酸の測定対象としての尿に着眼したものである。

## 乳酸オキシダーゼ



【0014】 そこで反応系中の酸素の消費量を検出することによつて、或いはまた過酸化水素の生成量を検出することによつて反応の程度、即ち尿中乳酸の量を求めることができる。

【0015】 この場合において酸素電極を液中に浸漬

\* 【0005】 一般に尿、血液等の体液中の生体関連物質の分析方法として、特定波長の光を被検液に照射し、吸光度を測定する吸光度測定法が広く用いられている。

【0006】 しかしながらこの方法の場合、サンプル作製のための前処理や測定操作自体が非常に煩雑で測定時間も長くかかる他、夾雑物質の影響を受けやすく、また高価な光源、分光装置が必要であつて装置全体が大型化し、価格も高価である問題がある。

【0007】 従つて家庭等において尿中乳酸を測定することを考えた場合、この方法は不向きである。即ち、近時家庭等のトイレに測定装置を組み付けて尿中成分を測定することが構想されているが、上記方法を用いる限りこれを実現することは困難である。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、尿中乳酸の定量分析を行うことによつて肉体疲労度を測ることを特徴とするものである。また尿中乳酸の定量分析方法として、採取した尿に酸素の存在下で乳酸オキシダーゼを作用させて尿中の乳酸を反応せしめ、反応の程度を測定することによつて尿中乳酸の定量分析を行うものである。

【0009】 【作用及び発明の効果】 本発明者は乳酸の測定対象としての尿に着眼し、種々の実験を行ったところ、尿中の乳酸の量と肉体疲労との間に顕著な相関関係のあることが判明した。即ち、平常時における尿中の乳酸の量と運動後の尿中乳酸の量と間に大きな差があり、しかも尿中に現れる乳酸の量は運動の大小に比例する事実のあることが判明した。

【0010】 従つて本発明に従い尿中乳酸の量を定量分析することによつて肉体疲労度を測定することができ、健康管理に資することができる。

【0011】 また本発明は尿中乳酸の測定方法として乳酸と特異的に反応する酵素を利用しており、従つて他の夾雑物質の影響を除外して高感度で尿中乳酸を定量分析することができる。

【0012】 本発明に従つて酸素の存在下で尿中の乳酸に乳酸オキシダーゼを作用させた場合、式化1に示しているように酸素が消費されてビルビン酸と過酸化水素とが生成する。

## 【0013】

## 【化1】

\*

し、かかる酸素電極によつて酸素の消費量を電氣的に検出することが可能である。或いはまた液中に過酸化水素電極を浸漬し、生成する過酸化水素の量にかかる過酸化水素電極によつて電氣的に検出することができる。

【0016】 このようにすると尿中の乳酸の量を電氣的

3

に測定することができ、コンピュータによる演算処理によって直ちに乳酸の量を知ることが可能となる。

【0017】これらの方法を採用すれば、尿中乳酸の測定装置を小型に且つ安価に構成することが可能であるとともに、一連の測定の自動化も可能であり、従ってこれを家庭等のトイレ内において便器に直接組み込むことも可能となる。

【0018】この場合、便器使用者は用を足すだけで簡単に尿中乳酸の量を知ることができ、用を足すと同時に肉体の疲労度を知ることができる。

【0019】而して家庭等で用を足すだけで疲労度を知ることができれば、一日を通じて或いは日常生活を通じて肉体の疲労度を追跡でき、健康管理の上で極めて有用な情報となる。

【0020】尚、酵素による乳酸の酸化反応の程度を検知する方法として上例以外の方法を用いることも可能である。例えばルミノール反応として知られるルミノールの化学発光を所定の微弱光検出器にて検出する方法を用いることも可能である。

【0021】このルミノール反応では、ペルオキシダーゼを触媒として過酸化水素によりルミノールを酸化反応せしめ、化学発光させる。

【0022】このときルミノール、触媒が過剰にあれば反応は過酸化水素の量によって決定されるから、発光強度を測定することで間接的に過酸化水素の生成量を検出することができ、従って乳酸オキシダーゼの作用の下での乳酸の酸化反応の程度を知ることができる。

【0023】

【実施例】次に本発明の実施例を図面に基づいて詳しく説明する。図1において10は恒温槽で、12は反応容器、14は容器内の液中に酸素を供給するための酸素供給管である。

4

【0024】16は攪拌装置、18はガルバニ電池式の酸素電極で、Ptカソード20及びPbアノード22を含んでいる。

【0025】24は酸素電極18表面に装着された酵素固定化膜で、乳酸オキシダーゼをグルタルアルデヒドを用いて透析膜上に架橋法にて固定化したものである。

【0026】酸素電極18は電流計（ないし電圧計）26を介してコンピュータ28に接続され、取り出された電気信号が演算処理されるようになっている。

10 【0027】本実施例では先ず0.1M-リン酸緩衝溶液（pH7）45mlを恒温槽10内の容器12に入れて40℃に保ち、また液中の酸素濃度を一定にしておくために予めエアをブローして液中の溶存酸素濃度を一定とした。

【0028】溶存酸素濃度が一定となったところで濃度既知の乳酸を含む5mlの標準溶液を入れ、電流の減少値を求めた。そして濃度の異なった標準溶液について同様の操作を行い、減少した電流値と乳酸の濃度との関係を求めた。結果が図2に示してある。

20 【0029】図から明らかなように乳酸の量と減少電流値との間には、乳酸濃度8mg/dlまでの範囲で明らかな直線性のあることが確認された。

【0030】次にこの検量線をもとに運動前後の乳酸濃度の定量分析を試みた。即ち健康な成人男子の運動前の尿と運動後の尿（運動は5階建のビルの階段3往復の昇降運動）とを採取し、その5mlの希釈尿（平常時サンプル尿：10倍希釈、運動後サンプル尿：150倍希釈）を注入し、検量線をもとに尿中の乳酸濃度を測定した。その結果が表1に示してある。

30 【0031】

【表1】



平常時と運動時の尿中乳酸・グルコース濃度の変化

	グルコース濃度(mg/dl)	乳酸濃度(mg/dl)
A氏 平常時	2 9	6
運動時	3 1 (1.21)	7 2 7 (121.1)
B氏 平常時	2 8	8
運動時	3 8 (1.36)	3 8 6 (48.2)
C氏 平常時	3 8	6
運動時	3 8 (1.00)	3 6 3 (57.7)
D氏 平常時	3 6	9
運動時	5 1 (1.42)	8 5 2 (94.6)

( \* カッコ内 : 運動時濃度 / 平常時濃度 )

【0032】尚、比較のために運動前後の尿中のグルコースの濃度も測定した。結果が表1に併せて示してある。

【0033】この結果から明らかなように、運動前後でグルコースの量は1～1.4倍程度とそれほど変化がないのに比べ、乳酸の量は運動前後で数十倍～100倍前後に爆発的に増大している。このことから、尿中乳酸を定量分析することによって肉体の疲労度を知り得ることがわかる。

【0034】図3及び図4は本発明に従って尿中乳酸の測定装置を構成し、これを便器に組み付けた場合の例を示したもので、図中30は洋風便器、32は測定装置ユニットである。

【0035】この測定装置ユニット32の具体的構成が図4に示してある。この図において34は酵素反応に最適な条件に調製された緩衝溶液で容器内に保持されており、ポンプ36にて通路38に送液される。

【0036】一方、便器30において採尿シリンダ40に採取された尿サンプル液は、ポンプ42により送液され、電磁弁44を経て通路38に導入される。

【0037】そして反応コイル46内で緩衝溶液と尿サンプル液とが十分に混合されて反応が惹起せしめられ、そして反応により消費された酸素量が、或いはまた生成した過酸化水素量が酸素電極又は過酸化水素電極48にて検出され、電流値として取り出される。

20 【0038】取り出された電流は増幅器50で増幅された後A/Dコンバータにてデジタル信号化された後、コンピュータ52に入力され、演算処理される。そしてその演算結果が表示器54に表示される。

【0039】本例の方法によれば、家庭等のトイレにおいて用を足すだけで自動的に尿中乳酸を測定することができ、便器使用者は特別の操作を何等行わなくても用を足すごとに自動的に肉体の疲労度を知ることができる。

30 【0040】以上本発明の実施例を詳述したがこれはあくまで一例示であり、本発明はその主旨を逸脱しない範囲において、当業者の知識に基づき様々な変更を加えた態様で実施可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である尿中乳酸の定量分析方法の説明図である。

【図2】同実施例において得られた乳酸濃度と減少電流値との関係を示す図である。

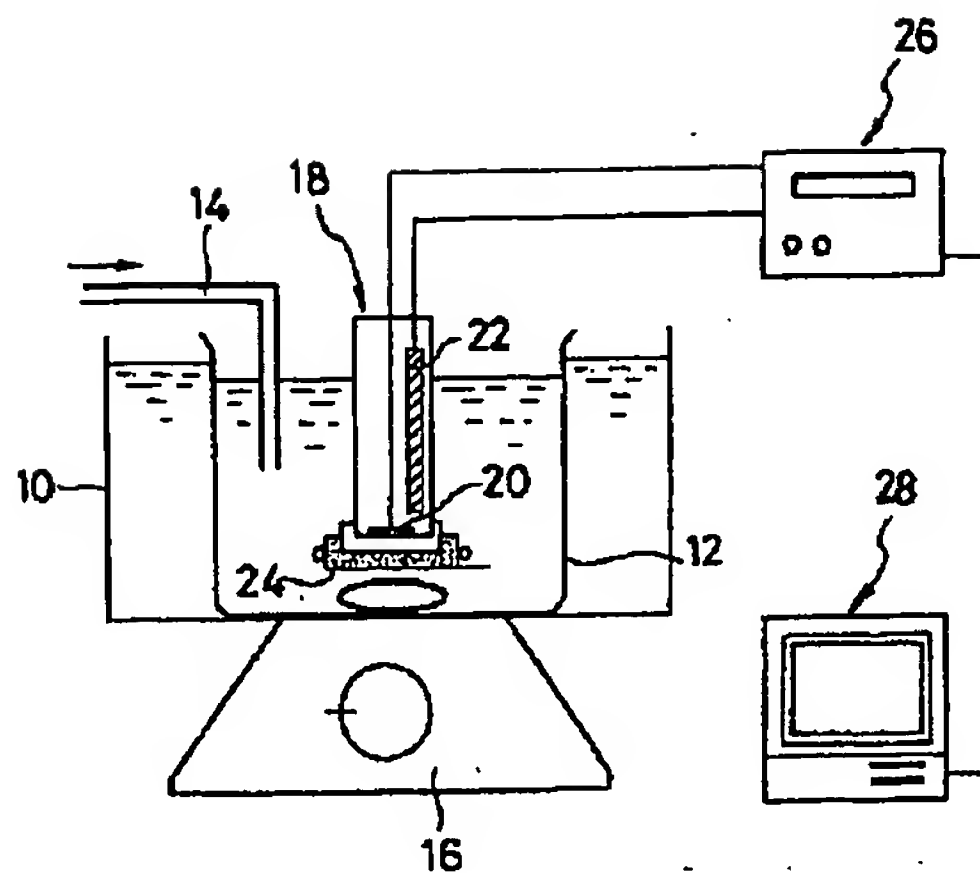
【図3】本発明に従って測定装置を構成し、便器に組み付けた場合の例を示す図である。

40 【図4】その測定装置ユニットの具体的構成例を示す図である。

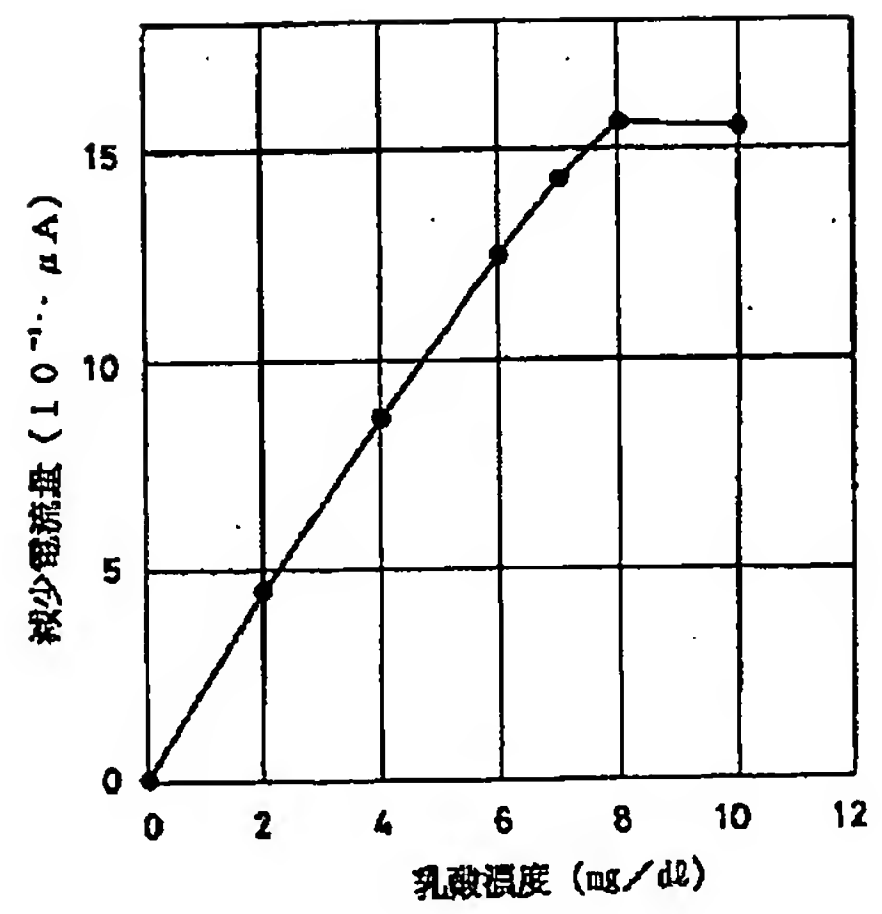
【符号の説明】

- 18 酸素電極
- 24 酵素固定化膜
- 40 採尿シリンダ

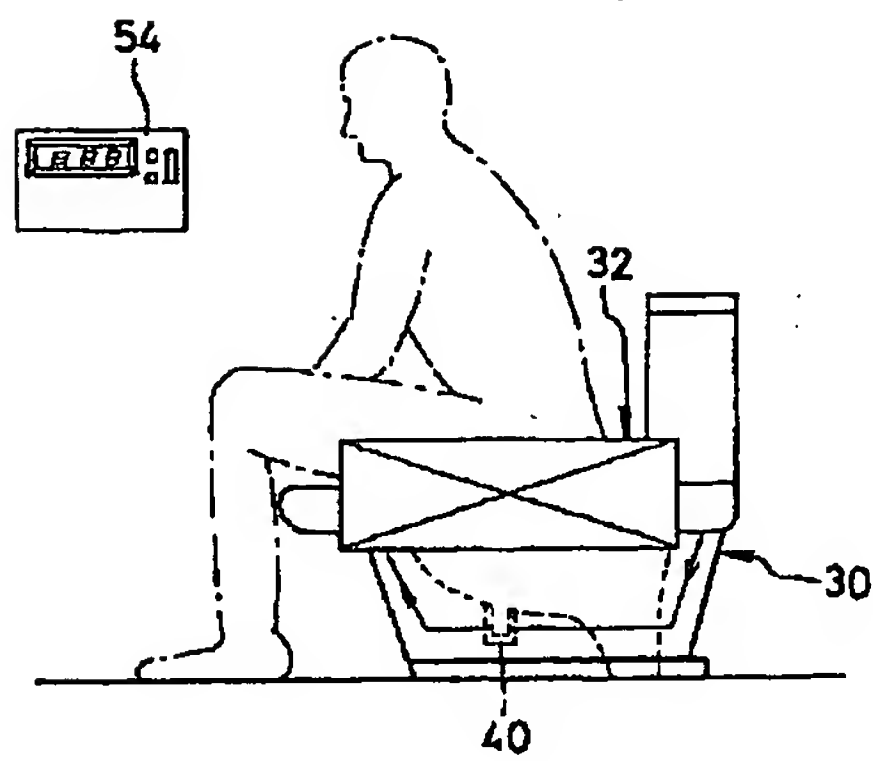
【図1】



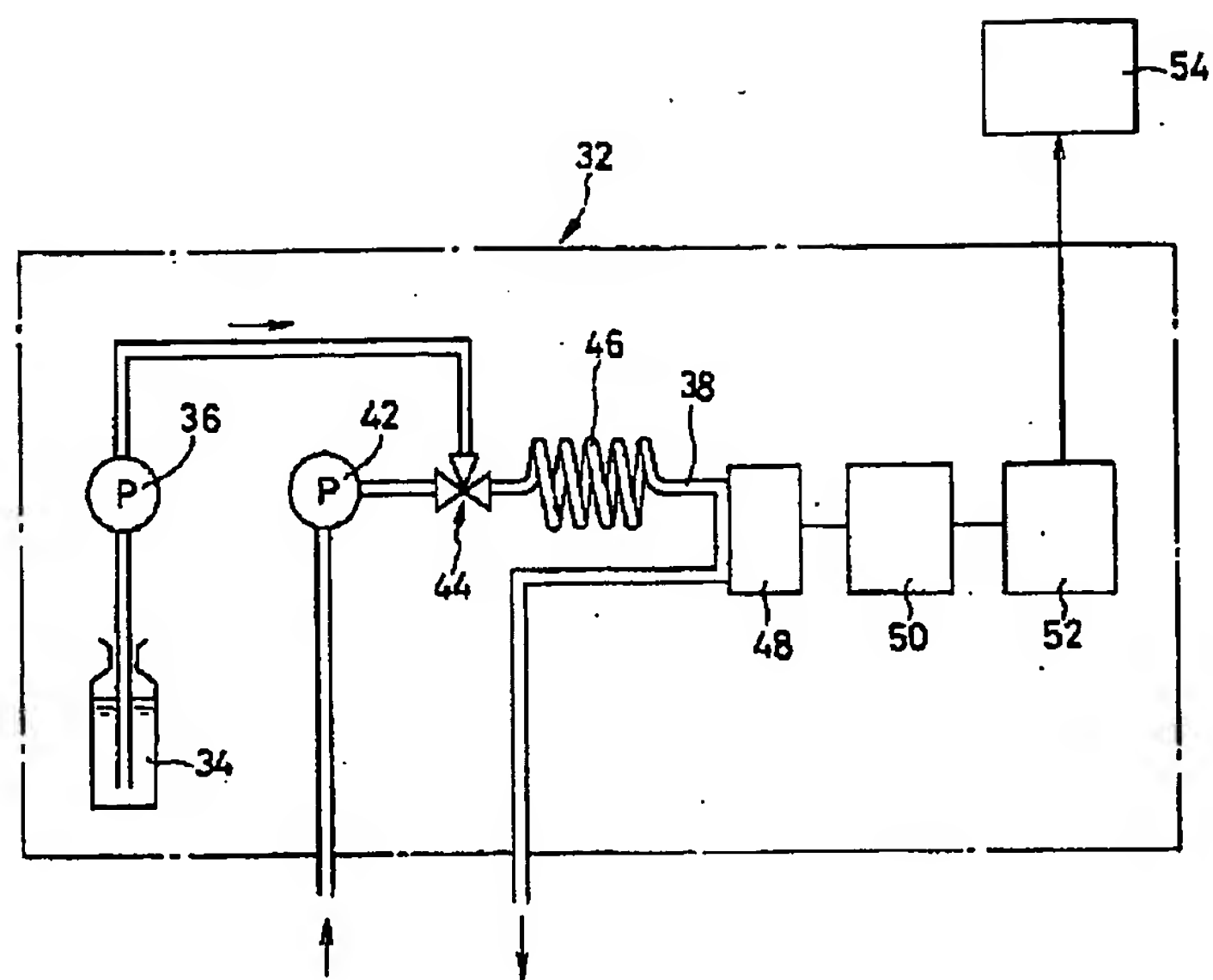
【図2】



【図3】



【図4】





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**